

Распределение поляризации в монокристаллах ортованадата кальция, легированных ионами марганца и тулия

А.Д. Цилих^{1,2}, А.В. Солнышкин¹, О.Н. Сергеева¹, Л.И. Ивлева², Е.Э. Дунаева²,
И.С. Воронина²

¹Тверской государственный университет, 170000 Тверь, Россия

²Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, 119991 Москва, Россия

e-mail: alectat0501@gmail.com

Динамический метод исследования пирозлектрического эффекта позволяет получать пирозлектрические отклики в широком частотном диапазоне, т.е. «зондировать» образец по толщине тепловой волной. На основе частотных зависимостей пиротока можно рассчитать распределения пирозлектрического коэффициента в объеме образца. Поскольку пироккоэффициент связан со спонтанной поляризацией, то его профиль будет соответствовать распределению поляризации. В работе рассчитывается распределение поляризации в кристаллах ортованадата кальция $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ (CVO), как номинально чистых, так и легированных ионами марганца и тулия, выращенных методом Чохральского из расплава в Институте общей физики им. А.М. Прохорова РАН. Из анализа частотных зависимостей пирозлектрического тока (Рис. 1а), согласно методике, предложенной в работе [1], рассчитывается пироток как функция глубины проникновения теплового потока (Рис. 1б), а затем восстанавливается профиль пироккоэффициента по толщине образца.

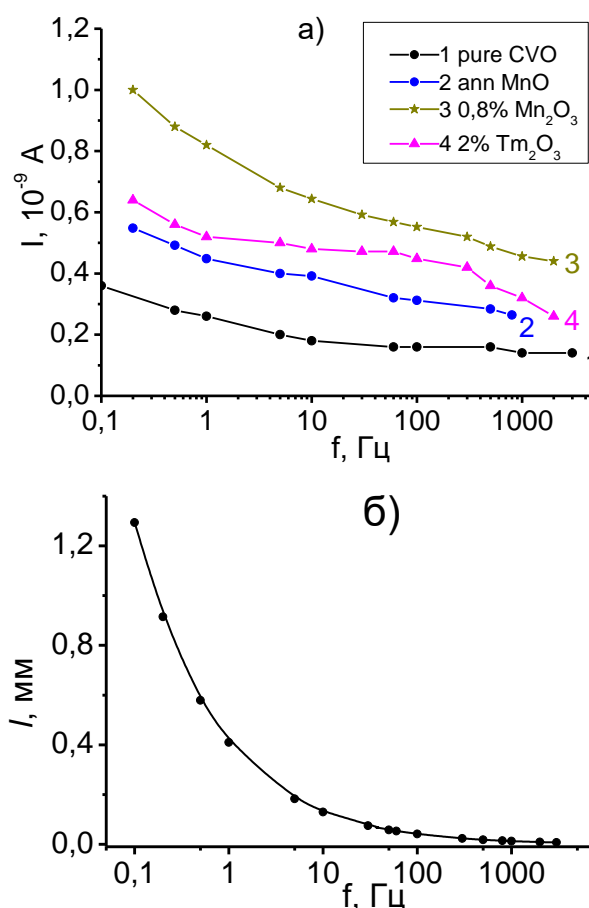


Рисунок 1. Частотные зависимости: (а) – пиротока для чистого и легированных кристаллов CVO, (б) – глубины проникновения теплового потока.

Для расчета координатных зависимостей пирозлектрического коэффициента образец разбивается на n равных участков толщиной Δx . Текущая координата x определяется номером рассматриваемого слоя n : $x = n \cdot \Delta x$. Глубина проникновения теплового импульса l в исследуемый образец определялась по формуле (1).

$$l = \sqrt{\alpha/\pi f}, \quad (1)$$

где α - коэффициент температуропроводности, f – частота модуляции теплового потока. Из зависимости $I_{\text{пиро}}(f)$ определяется величина тока, отвечающая определенному времени прогрева I_n , таким образом можно построить зависимость $I_{\text{пиро}}$ как функцию n или l .

$$I_n = \frac{\eta W \gamma_{\text{ср}}}{2c_1 d} = \frac{\eta W (\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n)}{2c_1 \cdot d \cdot n}, \quad (2)$$

здесь W – мощность излучения, η - коэффициент отражения, c_1 – объемная теплоемкость, d – толщина образца. Таким образом, при достаточно большом времени (малой частоте модуляции теплового потока) прогревается область образца значительной толщины, при этом его пироотклик определяется суперпозицией пирокоэффициентов γ_n введенных слоев, а точнее, их средним значением, являющимся интегральным параметром «толстого» слоя. Из выражения (2) можно получить формулу, которая позволяет определить величину пирокоэффициента γ в данной точке толщины образца (3).

$$\gamma_n = \frac{2c_1 d}{\eta W} [nI_n - (n-1)I_{n-1}], \quad (3)$$

1. А.А. Богомолов, А.В. Солнышкин, А.В. Калгин, А.Г. Горшков, С.А. Гриднев, *Изв. РАН. Сер. физ.* **75**(10), 1452 (2011).